

## Experimento didáctico: un camino metodológico para la investigación en la educación matemática

Wellington Lima Cedro; Manoel Oriosvaldo de Moura.

### Resumen

La educación matemática es un campo de conocimiento que está viviendo un proceso de construcción y elaboración de sus bases epistemológicas y ontológicas. En este sentido, las discusiones metodológicas son de vital importancia para el área. Con el objetivo de contribuir para ese debate, este trabajo presenta uno de los posibles caminos metodológicos para la investigación que tiene como principal foco investigativo el proceso de enseñanza y de aprendizaje en el aula de matemática: el experimento didáctico. Partiendo del informe de una investigación sobre la enseñanza de álgebra para niños de la enseñanza primaria, definiremos y caracterizaremos esta propuesta metodológica. Además, abordaremos las principales contribuciones y las dificultades que se presentan en una actividad investigativa desarrollada sobre las bases teóricas del experimento didáctico.

### Abstract

Mathematical education is a knowledge field that is living a process of construction and elaboration of its epistemological and ontological bases. In this sense, the methodological discussions are vitally important for the area. With the aim of contributing to that debate, this article presents one of the possible methodological ways for the investigation that has as main research center the process of education and learning in the mathematical classroom: the teaching experiment. Starting off as a report of an investigation on the teaching of algebra for children of primary level, we will define and characterize this methodological proposal. In addition, we will discuss the main contributions and the difficulties that appear in a developed research activity on the theoretical bases of the teaching experiment.

### Resumo

A educação matemática é um campo de conhecimento que está vivendo um processo de construção e elaboração das suas bases epistemológicas e ontológicas. Neste sentido, as discussões metodológicas são de vital importância para a área. Com o objetivo de contribuir para esse debate, este trabalho apresenta um dos possíveis caminhos metodológicos para a pesquisa que tem como principal foco investigativo o processo de ensino e de aprendizagem na classe de matemática: o experimento didático. Partindo do relatório de uma pesquisa sobre o ensino de álgebra para crianças do ensino primário, definiremos e caracterizaremos esta proposta metodológica. Ademais, abordaremos as principais contribuições e as dificuldades que se apresentam numa atividade investigativa desenvolvida sobre as bases teóricas do experimento didático.

## 1. Introducción

La entrada en el medio académico exige el cumplimiento de ciertas reglas y normas, es decir, la elección de un tema de investigación y de una metodología para la resolución del problema a ser estudiado. Utilicemos una situación expuesta por Asti Vera (1978, p.100, traducción nuestra) para mostrar la dificultad de esta cuestión:

La pregunta obligatoria de los estudiantes, cuando deben escribir una monografía, es: '¿Cómo se hace?' La respuesta obligatoria del profesor debería ser necesariamente la siguiente: 'No se escribe sino para decir algo, y, para hacerlo, se debe comenzar por tener un tema. De lo contrario se cae en el verbalismo'.

Ciertamente la elección no es fácil, aún más en un área del conocimiento científico todavía en construcción, como es la de la educación matemática. Un área que recibe influencias de dos fuentes principales: las ciencias humanas y las ciencias exactas.

Lo más importante en la metodología a ser usada, a pesar de la dificultad en escogerla, es que ella pueda satisfacer las necesidades del investigador, o sea, que le permita encontrar explicaciones para el problema propuesto; y eso exige un individuo realmente motivado e interesado en resolver una situación-problema. Moura (2002, p.43, traducción nuestra) apunta lo siguiente sobre este asunto: "la producción de una tesis en educación matemática, no es nada más ni nada menos que la producción de conocimiento de cierto sujeto interesado en solucionar un problema".

Con el objetivo de contribuir para la discusión en torno a ese momento crucial de la investigación, presentaremos un experimento didáctico. Desde nuestro punto de vista, este se plantea como uno de los posibles caminos metodológicos, que los jóvenes investigadores de la Educación Matemática pueden utilizar para la solución de su problema de investigación.

Siendo así, el recorrido que seguiremos en este texto es el siguiente: inicialmente, abordaremos la necesidad del método y su vinculación con la investigación educacional en la clase; posteriormente, delinearemos los fundamentos teóricos del experimento didáctico; por fin, presentaremos el experimento desarrollado por nosotros durante la realización del máster en Educación.

## 2. El método y la investigación científica

"Método", según Abbagnano (1963), tiene dos significados principales: a) toda investigación u orientación de la investigación; b) técnica particular de investigación. El primer significado, no puede ser distinguido de los términos investigación y doctrina, y relaciona expresiones como "método Hegeliano", "método dialéctico", etc. Ya el segundo, remite a una comprensión más restringida y determina "un procedimiento de investigación ordenado, repetible y autocorregible que garantiza la obtención de resultados válidos" (Abbagnano, 1963, p.802). Está relacionado con expresiones del tipo: "método silogístico", "método de los residuos" y otras que señalan procedimientos de investigación o de control particulares.

Esta última comprensión más restringida del método acaba por confundirse con el significado del término metodología (Abbagnamo, 1963, p.802), que tanto puede ser:

- 1) la lógica o la parte de la lógica que estudia los métodos;
- 2) la lógica trascendental aplicada [como fue definida por Kant en su obra 'La crítica de la razón pura'];
- 3) el conjunto de los procedimientos metódicos de una ciencia o de varias ciencias;
- 4) el análisis filosófico de tales procedimientos.

Otra posibilidad de comprensión del método parte de la siguiente idea: Etimológicamente, el término método, significa demanda, y de acuerdo con Lalande (1992, p.97, traducción nuestra), tiene como "consecuencia, [el] esfuerzo para alcanzar un fin, investigación, estudio". A partir de esta afirmación, Lalande (1992, p.97, traducción nuestra) apunta dos acepciones posibles que son consecuencia de esta interpretación:

- Primero, camino por el cual se llega a determinado resultado, aun cuando ese camino no haya sido previamente fijado de manera intencionada y reflexiva. [...]
- Segundo, programa que regula de antemano una secuencia de operaciones a ejecutar y señala ciertos errores que deben evitarse, con el objetivo de alcanzar un resultado determinado.

Estas dos afirmaciones imponen al método, la condición de que él sea siempre una dirección definible y regularmente seguida en una operación del pensamiento sobre un objeto determinado. Por ello, se convierte en "un medio de obtención de determinados resultados en el campo del conocimiento y de la práctica" (Kopnin, 1978, p.91, traducción nuestra), y consecuentemente comprende el conocimiento de las leyes objetivas. Este hecho implica, por lo tanto, un lado objetivo y uno subjetivo dentro del método. El sentido objetivo del método corresponde a la interpretación de las leyes objetivas. Ya el aspecto subjetivo comprende los recursos de investigación y la transformación de los fenómenos que consideraremos como la metodología.

De esta forma, concordamos con Kopnin (1978), al afirmar que el método comprende los procedimientos basados en las leyes objetivas que posibilitan la sucesiva interpretación y transformación de la realidad, para la obtención de nuevos resultados. Recordamos que según Cheptulin (1982, p.253, traducción nuestra), la ley implica algunas relaciones y conexiones necesarias, o sea, "la ley es, y por lo tanto, se manifiesta, necesariamente en determinadas condiciones apropiadas", pues la necesidad existe bajo la forma de propiedades y conexiones entre los fenómenos. Por ejemplo, la ley del valor, la ley física de la dependencia de la resistencia de un conductor, etc.

Así, el método no puede ser algo abstracto, sino que debe estar conectado a la vivencia de un problema. Esta comprensión del método lleva consecuentemente, a un significado diferente para la investigación educacional.

La investigación debe ser entendida como un diálogo inteligente con la realidad, tomándola como proceso y actitud, y como elemento integrante de lo cotidiano de los sujetos (Demo, 2001). Pues, "ella no nos proporciona resultados que

nosotros podamos aplicar, sino, que nos ofrece herramientas para pensar nuestro trabajo” (Kilpatrick, 1996, p.104, traducción nuestra).

Concebir la investigación como una herramienta, significa una comprensión de que ella constituye un instrumento, que puede ser tanto físico o simbólico, externo o interno (Leontiev, 1983) y que, por lo tanto, determina los métodos y las operaciones. De esta forma, la comprensión semántica que se tiene de investigación, como “búsqueda cuidadosa” hecha por todas partes, inquiriendo, informándose bien, adquiere una nueva calidad. Ahora, la investigación pasa a ser entendida como una actividad humana (Leontiev, 1978; 1983), y siendo así es eminentemente creadora, social y colectiva.

### 3. La investigación educacional en el aula

La historia del desarrollo humano demuestra que el hombre es esencialmente un ser de naturaleza social, es decir, su fuente de hominización proviene de su vida en sociedad, en el seno de la cultura generada por su grupo social a través del tiempo. Sin embargo, esta fuente de recursos para el proceso de hominización se presenta en constante movimiento, pues tanto los seres humanos como las condiciones de vida siempre se modifican con el transcurso del tiempo. Entonces, se hace necesario descubrir una forma de fijación y transmisión de estos recursos.

Leontiev (1978, p.283, traducción nuestra) indica que “los fenómenos externos de la cultura material e intelectual son la forma de fijación y transmisión a las generaciones siguientes de las adquisiciones de la evolución” y que “esta forma particular de fijación y de transmisión” debe su aparición al hecho de que los hombres tienen una actividad creadora: el trabajo, que es su realización fundamental.

De esta forma, a partir de la apropiación del patrimonio cultural de la humanidad por medio de actividades productoras y sociales, cada generación inicia su propia vida y desarrolla características típicamente humanas. Leontiev (1978, p.284, traducción nuestra) señala así la esencialidad de la vida social como factor de hominización:

Está fuera de cuestión que la experiencia individual del hombre, por más rica que sea, baste para producir la formación de un pensamiento lógico o matemático abstracto y los sistemas conceptuales correspondientes. Sería preciso no una vida, sino mil. De hecho, el pensamiento y el saber de una generación se forman a partir de la apropiación de los resultados de la actividad cognitiva de las generaciones precedentes.

Ese proceso de apropiación del mundo y, consecuentemente, de sus objetos y fenómenos es un proceso dinámico en el cual surge la necesidad de desarrollo de una actividad que reproduzca, formalmente, las características esenciales de la actividad plasmada en el objeto o en el fenómeno. Esto significa producir en el hombre nuevas aptitudes y funciones psíquicas adecuadas a dicha actividad.

Debe quedar claro aquí, que no es posible que esta actividad de apropiación surja bajo la influencia propia de los objetos y fenómenos. Para corroborar este hecho, Leontiev (1978) indica que las actividades del individuo con relación al

mundo están siempre insertadas dentro de la comunicación, es decir, en su relación con los otros, lo que constituye condición necesaria y específica del desarrollo humano. En otras palabras:

La adquisición del desarrollo histórico de las aptitudes humanas no le es simplemente dada a los hombres en los fenómenos objetivos de la cultura material y espiritual que la representa, sino que está ahí sólo puesta. Para apropiarse de estos resultados [...], el niño [...] debe entrar en relación con los fenómenos del mundo circundante a través de otros hombres, es decir, en un proceso de comunicación con ellos. Así el niño aprende la actividad adecuada. Por su función este proceso es, por lo tanto, un proceso de educación (Leontiev, 1978, p.290, traducción nuestra).

Por lo tanto, percibimos que el movimiento de la historia de la humanidad solamente es posible por medio de la transmisión de las adquisiciones culturales del hombre, o sea, por medio de la educación.

Definir qué es educación no es una tarea fácil de ser realizada, principalmente porque el término es utilizado en varios contextos distintos. El sinónimo más común atribuido a este término se refiere a la escolarización y trae a la mente todo el conjunto de actividades que tienen lugar en las instituciones de enseñanza. Sin embargo, esto es solamente una de las piezas que componen el significado del concepto de educación. Sabemos que ella es un factor imprescindible para el desarrollo humano: nosotros, a diferencia de los otros animales, necesitamos procesos educativos para la producción de nuestra existencia. Para corroborar esta idea, Vygotsky (2003, p.82, traducción nuestra) define la educación de la siguiente forma:

La educación puede ser definida como la influencia y la intervención planeadas, adecuadas al objetivo, premeditadas, conscientes, en los procesos de crecimiento natural del organismo. Por eso, sólo tendrá carácter educativo el establecimiento de nuevas reacciones que, en alguna medida, intervengan en los procesos de crecimiento y los orienten.

De esta forma, nadie puede escapar de la educación. Teniendo en mente toda su amplitud, podemos definir la educación como:

Una práctica social (como la salud pública, la comunicación social, el servicio militar) cuyo fin es el desarrollo individual que puede ser aprendido entre los tipos de saber existentes en una cultura, para la formación de tipos de sujetos, de acuerdo con las necesidades y exigencias de su sociedad, en un momento dado de la historia. (Brandão, 1995, p. 73-74, traducción nuestra)

Siendo la educación una práctica social, entonces, los principales canales de divulgación, implementación y conservación son las instituciones sociales como la familia, la iglesia, el mercado profesional, la escuela, la media etc. Mirando desde ese ángulo, podemos entonces comprender dos categorías céntricas de la educación (Cortella, 2000):

- La educación **vivencial** y espontánea, el 'viviendo y aprendiendo'.

- La educación **intencional** o conducida, deliberada y organizada en locales determinados y con instrumentos específicos.

Focalizando nuestro mirar en esta educación intencional organizada en la escuela, no es ninguna novedad la afirmación de que la clase es un espacio de difícil entendimiento. Para los profesores, la complejidad del aula surge frente a las situaciones inesperadas que pueden ocurrir durante una clase, como por ejemplo, la elección de un tiempo adecuado, del mejor comentario que permita al alumno la comprensión de un hecho. Ya para un investigador, esa misma complejidad está representada en la diversidad de variables de estudio y en las relaciones mutuas que existen entre ellas.

Por lo tanto, este ambiente intrincado, exige del investigador la elección de un método de investigación que permita la integración entre estos dos modos de comprender la realidad del aula. Creemos que el experimento didáctico surge como un camino para la realización de la investigación en el aula, ya que, presenciamos el fracaso de las metodologías clásicas, que se basan en el aislamiento de las variables envueltas en el proceso de investigación.

#### 4. El experimento didáctico: lo que no es y lo que puede ser

El experimento didáctico tiene sus orígenes en las ideas de Vygotsky (1998) sobre el método genético formativo o genético experimental. Al estudiar los cambios en los procesos mentales de los individuos después del proceso de la enseñanza, Vygotsky lanzó las nociones básicas del experimento didáctico. Según Hedegaard (2002, p.214, traducción nuestra) éste es el método de investigación necesario para estudiar la formación y el desarrollo de los aspectos conscientes de la relación de los estudiantes en el aula.

El experimento didáctico es una concretización de la afirmación de Vygotsky de que el método genético formativo es un método de investigación necesario para investigar la génesis y el desarrollo de los aspectos conscientes de la relación de los seres humanos con el mundo.

Debemos dejar bien claro, que al hablar de “experimental”, no estamos refiriéndonos a la parte de la investigación en la cual las variables son manipuladas y sus efectos sobre otras variables son observados. En otras palabras, no estamos hablando de la búsqueda lineal de las relaciones causa-efecto entre las variables envueltas en el proceso educacional (Steffe; Thompson, 2000).

Históricamente, el experimento didáctico tiene sus raíces en el siglo XX, en la antigua Unión Soviética de los años 30 (Mienchinskaya, 1968), por lo tanto, posee sus bases en el materialismo dialéctico de Marx. Pero, encontramos una nueva formulación de estas ideas a partir de los años 70, con su llegada a Estados Unidos. Esa relectura americana, hecha por investigadores vinculados a la Educación Matemática (Thompson, 1979; Steffe; Thompson, 2000), vinculó el experimento didáctico a las ideas constructivistas de Von Glasersfeld (1995). Sin embargo, aun sabiendo la existencia de estas variaciones teóricas, en este trabajo enfatizaremos la tradición marxista del experimento didáctico, representada modernamente en las obras de Davydov (1982; 1988).

El experimento didáctico es un método de investigación psicológico y pedagógico que permite estudiar la esencia de las relaciones internas entre los diferentes procedimientos de la educación y de la enseñanza y el correspondiente carácter de desarrollo psíquico del sujeto. Uno de los puntos esenciales de esta perspectiva es que ella presupone la intervención activa del investigador en los procesos psíquicos que él estudia (Davydov, 1988). De acuerdo con Thompson (1979), en líneas generales podemos caracterizar el experimento didáctico de la siguiente manera:

- Por una orientación para los procesos apropiados por los alumnos al internalizar correctamente los conceptos escolares;
- Por la naturaleza longitudinal de la investigación;
- Por la intervención del investigador en el aprendizaje de los estudiantes;
- Por la constante interacción entre las observaciones recogidas y la planificación futura de las acciones;
- Porque los datos son más cualitativos que cuantitativos.

De forma general, podemos resumir que el experimento didáctico plasma la unidad entre la investigación del desarrollo psíquico de los sujetos, la enseñanza y su educación.

La realización del experimento didáctico presupone la proyección y el modelado del contenido de las nuevas estructuras psíquicas que se proponen, de los medios psicopedagógicos y las vías de formación. Según Zankov (1977, pg. 52, traducción nuestra) “la realización del experimento didáctico está organizada sobre la piedra angular de que la enseñanza debe ofrecer la máxima efectividad en el desarrollo general de los sujetos”.

Partiendo de esta base teórica, expondremos en la próxima sección nuestra visión de un experimento didáctico, que fue realizado junto al proyecto “Club de Matemática”.

## **5. Nuestro experimento didáctico en el Club de Matemática**

La iniciativa de la formación del Club de Matemática puede ser entendida como una búsqueda para la creación de ambientes propicios para el aprendizaje. Este es un proyecto de pasantía desarrollado en la Facultad de Educación de la Universidad de São Paulo (FEUSP) que comprende en sus actividades alumnos del curso de Pedagogía, de Matemática y de Física de la Universidad de São Paulo, de la post-graduación en Enseñanza de Ciencias y Matemática de la FEUSP y de la enseñanza primaria del Colegio de la FEUSP. El principal objetivo del proyecto es el establecimiento de un espacio para discusión y reflexión sobre la enseñanza y el aprendizaje de matemática, a partir de los presupuestos teóricos del abordaje histórico-cultural y de la Teoría de la Actividad.

El concepto de actividad fue desarrollado en los estudios hechos por Leontiev (1978, 1983). Éste concibe que las actividades humanas son formas de relación del individuo con el mundo, dirigidas por motivos y por necesidades. El concepto de actividad implica la noción de que el hombre se mueve por objetivos, actuando de forma intencional, por medio de acciones planeadas. En el abordaje histórico-cultural, el término cultural, de acuerdo con Fichtner (1996), se refiere a la

organización elaborada por la sociedad, a partir de determinado nivel de desarrollo, de los problemas y de las tareas que cada individuo debe enfrentar en la propia vida colectiva, además de ofrecer las posibilidades y prohibiciones de acceso a los instrumentos y medios culturales que permitan la solución de los problemas. Ya el histórico, se refiere a los medios e instrumentos elaborados durante el proceso de la historia social del ser humano.

El Club de Matemática es un espacio de aprendizaje tanto para los pasantes como para los alumnos. Por medio del desarrollo de actividades orientadoras de enseñanza, que “son las actividades de enseñanza que respetan los diferentes niveles de los individuos y que definen un objetivo como problema colectivo” (Moura, 1996, p. 32, traducción nuestra), los pasantes tienen la oportunidad de vivenciar las acciones relacionadas a la actividad de un profesor, mientras que los niños pueden aprender los conceptos matemáticos de forma significativa.

Teniendo como foco el aprendizaje, partimos del presupuesto de que todo espacio de aprendizaje exige una organización de la enseñanza que propicie a los niños los medios para su desarrollo psíquico (Vygotsky, 1993, 1998; Davydov, 1982, 1988). Siendo así, buscamos analizar las acciones de los alumnos que conduzcan a la ampliación, modificación y construcción de significados dentro de las actividades de enseñanza desarrolladas en el Club de Matemática. Para esto, elaboramos, organizamos y analizamos un conjunto de actividades pedagógicas que fueron organizados en forma de experimento didáctico, direccionado a la enseñanza de matemática en la escuela primaria, más específicamente para la enseñanza de ecuaciones de primer grado. El experimento didáctico fue desarrollado en las dependencias de la Facultad de Educación de la Universidad de São Paulo (FEUSP), con un grupo de 12 niños, matriculados en quinto año de enseñanza primaria de la Escuela de Aplicación de la FEUSP, vinculados al proyecto Club de Matemática. Las características de nuestro experimento fueron las siguientes:

- Cada alumno debe ser considerado cuando se planea la clase como un colectivo, pues hay necesidad de comprender las peculiaridades del desarrollo psíquico de los alumnos en proceso de actividad de estudio;
- Organización colectiva del trabajo;
- El contenido de la enseñanza debe estar relacionado con el tema general de las actividades;
- La motivación y el interés por el contenido deben ser trabajados en los alumnos;
- Desarrollar en los niños la capacidad de analizar crítica y sistemáticamente sus actividades prácticas y sus conclusiones.

El experimento didáctico fue fundamentado en la idea del desarrollo de tres contextos: la crítica, el descubrimiento y la práctica social. El mismo también se basó en las actividades orientadoras de la enseñanza, que son aquellas que se estructuran para permitir que los sujetos interactúen, mediados por un contenido, negociando significados con el objetivo de solucionar una situación-problema (Moura, 1996, 2001).

La elección de las ecuaciones de primer grado, como objeto de actividades de enseñanza, no se hizo por casualidad. Es indiscutible, dentro del medio escolar, la importancia de la enseñanza de las matemáticas como uno de los elementos

formadores de los alumnos. En consecuencia, la enseñanza de uno de los temas principales de álgebra es también esencial para el desarrollo psicológico de los niños. De acuerdo con Vygotsky (1987, p.180, traducción nuestra):

[...] por medio del aprendizaje de álgebra, el niño pasa a comprender las operaciones aritméticas como casos particulares de operaciones algebraicas. Eso da al niño una visión más libre, más abstracta y generalizada de las operaciones con cantidades concretas. [...] pues el álgebra libera el pensamiento del niño de la prisión de las relaciones numéricas concretas y lo eleva al nivel más abstracto [...].

El reconocimiento de esta esencialidad tiene implicaciones directas en la elaboración y organización de las formas de enseñanza de los conocimientos algebraicos. Sin embargo, esa necesidad no ha sido un factor suficiente para el desarrollo de una educación algebraica adecuada. Por el contrario, lo que se percibe en el medio académico es la insuficiencia de las actuales prácticas de enseñanza, apuntada en varios trabajos (Gallardo; Rojano, 1988; Moretti, 1998; Booth, 1995) que investigaron las principales dificultades de los niños en el aprendizaje de los conocimientos matemáticos.

Dentro del experimento didáctico, el desarrollo de las actividades orientadoras de enseñanza tuvo como objetivo principal demostrar que las ecuaciones de primer grado constituyen una de las formas de lenguaje matemático que posibilitan el control del movimiento de las cantidades. Para la elaboración y organización de las actividades, partimos de un estudio del desarrollo histórico del álgebra y del concepto de ecuación de primer grado. A partir de ahí, establecimos los nexos conceptuales, los 'gérmenes' del concepto que constituyeron los temas de los módulos de las actividades:

- *El movimiento de las cantidades*: el objetivo general de este módulo es fomentar en los niños la posibilidad de percibir y comprender el carácter mutable de los aspectos cualitativos y cuantitativos en la vida y en el mundo.
- *El control del movimiento de las cantidades*: en ese módulo, objetivamos la necesidad de que el niño perciba que el movimiento de las cantidades puede ser representado por medio del lenguaje.
- *Un lenguaje particular del movimiento de las cantidades*: este módulo tuvo como objetivo mostrar a los niños que el lenguaje de las ecuaciones es una forma particular (específica) de comprender el movimiento más amplio de las cantidades.

A pesar de que tenemos conciencia que esta breve explicación sobre los principios y la organización general que regulan el experimento didáctico no consigue abarcar toda su potencialidad, esperamos que estas líneas despierten la curiosidad de los investigadores de la Educación Matemática.

## 6. Consideraciones finales

Este texto tuvo la aspiración de contribuir a la discusión sobre la investigación en Educación Matemática, por medio del relato de nuestra experiencia durante la realización del máster. Al presentar el experimento didáctico como un camino posible para la investigación en el aula de Matemática, destacamos que su desarrollo permite la aprehensión del sentido de la acción del profesor y del alumno

frente a una sociedad que exige nuevas acciones de los sujetos; permite un análisis estructural de la actividad céntrica de los sujetos por medio de la comprensión de su composición, de sus conexiones y de su contexto; Además de eso, permite la reflexión, la apropiación, la diseminación y la reestructuración de la actividad de los sujetos.

No obstante, es imprescindible que el investigador de Educación Matemática, que opte por el experimento didáctico, tenga conciencia de la importancia de la profundización teórica para realizar este tipo de actividad de investigación. De este modo, evitaremos las reflexiones simplistas e inconsistentes que proliferan en buena parte de la producción científica actual. Además de eso, de alguna forma estaremos huyendo de los trabajos clasificados por Sisto (1992) como “Frankstein”, que son aquellos que resultan de un posicionamiento teórico conflictivo con un modo de producción.

## Bibliografía

- Abbagnamo, N. (1963). *Diccionario de filosofía*. México: fondo de cultura econômica.
- Asti Vera, A. (1978). *Metodologia da pesquisa científica*. Trad. Maria Helena Guedes Crespo e Beatriz Marques Magalhães. Porto Alegre: Globo.
- Booth, L. (1995). *Dificuldades das crianças que se iniciam na álgebra*. In: Coxford, A.; Shulte, A. (orgs.). *As idéias da álgebra*. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual
- Brandão, C. (1995). *O que é educação*. 33a. Ed. – São Paulo: Brasiliense. (Coleção primeiros passos: 203).
- Cortella, M. (2000). *A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos*. São Paulo: Editora Cortez: Instituto Paulo Freire. (Coleção perspectiva)
- Davydov, V. (1982). *Tipos de generalización en la enseñanza*. Habana: Pueblo y Educación.
- Davydov, V. (1988). *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica teórica y experimental*. Trad. Marta Shuare. Moscou: Editorial Progreso.
- Demo, P. (2001). *Pesquisa: principio científico e educativo*. São Paulo: Cortez.
- Fichtner, B. (1996). *A escola histórico-cultural e a teoria da atividade: a importância na pedagogia moderna*. Santa Maria: Editora da UFSM. (Cadernos de pesquisa).
- Gallardo, A.; Rojano, T. (1988). *Áreas de dificultades en la adquisición del lenguaje aritmético-algebraico*. Recherches en didatique des mathematiques. Vol. 9, n. 2. pp. 155-188.
- Hedegaard, M. (2002). *A zona de desenvolvimento proximal como base para o ensino*. In: Daniels, H. (org). *Uma introdução a Vygotsky*. Trad. Marcos Bagno. São Paulo: Edições Loyola.
- Kilpatrick, J. (1996). *Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a educação matemática como campo profissional e científico*. Zetetiké, vol.4, n.5.
- Kopnin, P. (1978). *A dialética como lógica e teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Lalande, A. (1992). *Vocabulário técnico e crítico da filosofia*, vol.2. Lisboa: RES-editora.
- Leontiev, A. (1978). *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Horizonte Universitário.

- Leontiev, A.(1983). *Actividad, Conciencia y personalidad*. Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Menchinskaja, N. (1968). *Fifty years of the soviet psychology of learning*. Soviet education, vol. X, n.06, april.
- Moretti, V. (1998). *O conceito de função: os conhecimentos prévios e as interações sociais como desencadeadores da aprendizagem*. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Moura, M. (1996). *A atividade de ensino como unidade formadora*. Bolema, São Paulo, ano II, n.12, pp. 29-43.
- Moura, M. (2001). *A atividade de ensino como ação formadora*. In: CASTRO, A.; CARVALHO, A (orgs). *Ensinar a ensinar: didática para a escola*. São Paulo: Editora Pioneira.
- Moura, M. (2002). *Metodologia de pesquisa em educação matemática: tendência ou opção?* In: Anais do VI EBRAPEM – Realizado de 8 a 9 de novembro de 2002, Campinas, SP/ Encontro Brasileiro de Estudantes de pós-graduação em Educação Matemática. Campinas: Gráfica da FE. pp. 40- 45.
- Sisto, F. (1992). *Reflexões sobre a produção de conhecimento na pós-graduação: situações e necessidades*. Pró-posições, Campinas, SP: FE-UNICAMP, vol. 3, n.1[7], março. Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. [modmoura@usp.br](mailto:modmoura@usp.br)
- Steffe, L.; Thompson, P. (2000). Teaching experiment methodology: underlying principles and essential elements. In Lesh, R.; Kelly, A. (eds). *Research design in mathematics and science education*, pp. 267-307, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Thompson, P. (1979). *The constructivist teaching experiment in mathematics education research*. Paper presented at the research reporting session, annual meeting of NCTM, Boston, March.
- Von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: a way of knowing and learning*. Washington D.C: falmer press.
- Vygotsky, L. (1987). *The collected works of L. S. Vygotsky*, vol.1, Problems of general psychology incluindo Thinking and speech. Rieber, R.; Carton, A (eds). Trad. N. Nimick. New York: Plenum Press.
- Vygotsky, L. (1993). *Pensamento e Linguagem*. Tradução: Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, L.. (1998). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Michael Cole et al (orgs.); trad. Jose Cippola Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche – 6ª. Ed. São Paulo: Martins Fontes (Psicologia e pedagogia).
- Zankov, L. et al. (1977). *Teaching and development: a soviet investigation*. Soviet education, vol. XIX, n.04-05-06, february-march-april.

**Wellington Lima Cedro**,. Professor del Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. [wcedro@mat.ufg.br](mailto:wcedro@mat.ufg.br).

**Manoel Oriosvaldo de Moura**. Professor de la Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. [modmoura@usp.br](mailto:modmoura@usp.br)

